

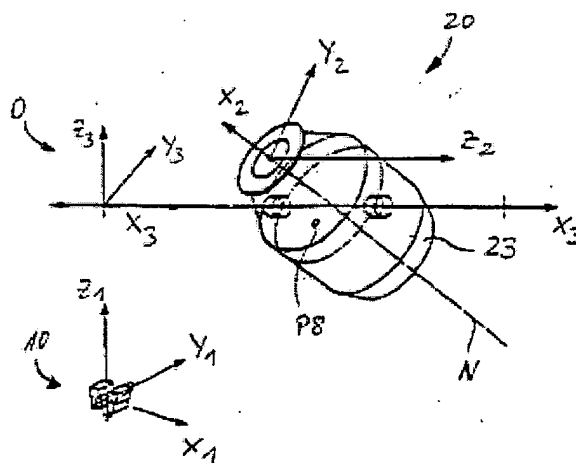
# Method and apparatus for relating two coordinate systems for purposes of wear measurement on the lining of a metallurgical vessel

**Patent number:** DE19808462  
**Publication date:** 1999-09-23  
**Inventor:** KIRCHHOFF STEFAN (DE); DRESEN DIETMAR (DE)  
**Applicant:** FERROTRON ELEKTRONIK GMBH (DE)  
**Classification:**  
**- international:** F27D21/00; G01B11/00; G01B11/03; F27D21/00;  
G01B11/00; G01B11/03; (IPC1-7): G01B11/00;  
F27D1/00; F27D21/00; G01B11/03; G01B11/14;  
G01M11/08; G01N21/90  
**- european:** F27D21/00C; G01B11/00D  
**Application number:** DE19981008462 19980302  
**Priority number(s):** DE19981008462 19980302

Report a data error here

## Abstract of DE19808462

Measurement of the lining is carried out at specific reference points on the lining of a metallurgical vessel. Before the metallurgical vessel (20) is used, the position of at least three reference points (P1, ..., P4, ...) is determined to establish an object coordinate system for the vessel, and measurements on the vessel lining by a system (10) with use of electromagnetic radiation are carried out. After use of the vessel the positions of the reference points are determined by comparison of the position of the object coordinate system relative to the coordinate system of the measuring system (10). This is done by projection of the reference points onto the plane of an optical identification unit (8). Afterwards determination of the coordinates of the reference points and measurements on the vessel lining are carried out automatically by the measuring system (10). The apparatus includes at least one optical identification unit (8), as well as means by which the sender/receiver unit (1) is automatically directed to the reference points.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 08 462 A 1**

⑲ Aktenzeichen: 198 08 462.5  
⑳ Anmeldetag: 2. 3. 98  
㉑ Offenlegungstag: 23. 9. 99

㉒ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 B 11/00**  
G 01 B 11/03  
G 01 B 11/14  
F 27 D 1/00  
F 27 D 21/00  
G 01 N 21/90  
G 01 M 11/08

DE 198 08 462 A 1

㉓ Anmelder:  
Ferrotron Elektronik GmbH, 47441 Moers, DE  
㉔ Vertreter:  
Palgen und Kollegen, 40239 Düsseldorf

㉕ Erfinder:  
Kirchhoff, Stefan, Dipl.-Phys., 44287 Dortmund, DE;  
Dresen, Dietmar, 52159 Roetgen, DE

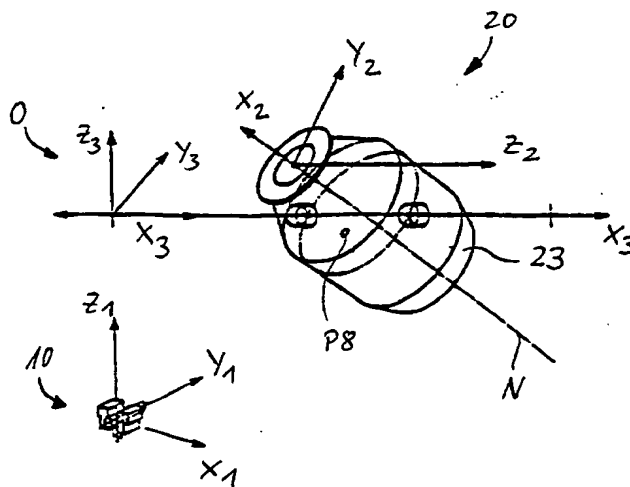
㉖ Entgegenhaltungen:  
DE 195 28 465 A1  
DE 195 14 564 A1  
US 40 25 192

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉗ Verfahren zur Bestimmung der Lage eines Objektkoordinatensystems eines metallurgischen Gefäßes bei der Verschleißmessung einer Auskleidung des Gefäßes sowie zur Anwendung des Verfahrens geeignete Vorrichtung

㉘ Das Verfahren dient der Bestimmung der Lage eines Objektkoordinatensystems ( $X_2, Y_2, Z_2$ ) eines metallurgischen Gefäßes (20) bei der Verschleißmessung einer Auskleidung des Gefäßes relativ zu einem Gerätekoordinatensystem ( $X_1, Y_1, Z_1$ ) einer Meßanordnung (10). Mittels der Meßanordnung werden Abstands- und Winkelmessungen verschiedener Meßpunkte an den Gefäßinnenwänden durchgeführt, wobei zur Ermittlung des Objektkoordinatensystems vor der Benutzung des Gefäßes mittels der Meßanordnung eine Referenzbestimmung der Positionen von mindestens drei Bezugspunkten und eine Referenzmessung der Auskleidung des Gefäßes durchgeführt werden. Nach der Benutzung des Gefäßes werden die Positionen derselben Bezugspunkte bestimmt und durch Vergleich mit der Referenzbestimmung die Lage des Objektkoordinatensystems und anschließend mittels der Meßanordnung (10) selbsttätig die Koordinaten der Bezugspunkte ermittelt (Fig. 6).



DE 198 08 462 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Lage eines Objektkoordinatensystems eines metallurgischen Gefäßes bei der Verschleißmessung einer Ausklei-

Um eine Effektivitätssteigerung und eine erhöhte Betriebssicherheit von feuerfesten Auskleidungen metallurgischer Gefäße in Stahlwerken zu erzielen, ist es notwendig, möglichst viel Informationen über den Verschleiß der Auskleidungen während der Benutzung (der sogenannten "Reise") der Gefäße zu erhalten.

Dabei ist insbesondere die genaue Kenntnis der Dicke der feuerfesten Auskleidung, auch "Reststeinstärke" genannt, von besonderer Bedeutung, da sie eine effektive Ausnutzung der feuerfesten Auskleidung bis zur Verschleißgrenze gestattet, ohne daß hierdurch eine erhöhte Gefahr des Durchschmelzens des metallischen Mantels des metallurgischen Gefäßes besteht.

Es existiert daher bereits seit längerer Zeit das Bestreben, Meßmethoden zu entwickeln, die eine präzise Vermessung der metallurgischen Gefäße ermöglichen. Diese sollte aus Zeit- und Kostengründen keine Abkühlung des Gefäßes voraussetzen, sondern in dem noch heißen Gefäß durchführbar sein. Eine berührende Vermessung scheidet bereits deswegen und auch wegen der Unzugänglichkeit vieler metallurgischer Gefäße von vornherein aus.

Es ist daher von der Firma Ferrotron Elektronik GmbH, Moers ein berührungsloses Meßverfahren zur Bestimmung des Verschleißes der Auskleidung bekannt geworden, bei welchem die Innenfläche eines Gefäßes von einem Laserstrahl abgerastert wird und durch Abstands- und Winkelmessungen die Oberflächenstruktur der feuerfesten Auskleidung abgebildet werden kann. Durch Vergleich mit einer an dem metallurgischen Gefäß vor seiner Reise durchgeführten Referenzmessung kann die Reststeinstärke ermittelt werden.

Die zur Bestimmung der Koordinaten des erfaßten Ortes neben der Winkelmessung notwendige Abstandsmessung erfolgt entweder durch Messung eines Phasenunterschiedes zwischen einem sinusmodulierten, kontinuierlich ausgesendeten Laserstrahl mit der Phase des am Zielobjekt reflektierten Laserstrahls, oder durch Messung der Laufzeit sehr kurzer, periodisch getakteter Laserlichtimpulse.

In der Praxis hat sich gezeigt, daß das erstgenannte Abstandsmeßverfahren relativ störanfällig ist, da bei der Vermessung von heißen Oberflächen die unter Umständen auftretende Schlierenbildung oder auch Rauchentwicklung zu Interferenzen des Laserlichtes führen und eine falsche Phasendifferenz des Gesamtes erzeugen kann, was fast unweigerlich zu Fehlmessungen führt.

Das nach dem Prinzip der Amplitudenauswertung arbeitende Laufzeitverfahren zur Abstandsbestimmung hingegen ist in dieser Hinsicht weniger störanfällig, da die Amplitude der an Grenzflächen von heißer zu kalter Luft auftretenden Störschwingungen regelmäßig weitaus kleiner sind als die am Zielobjekt reflektierten Nutzschwingungen.

Voraussetzung für eine Verschleißmessung der feuerfesten Auskleidung metallurgischer Gefäße mittels berührungsloser Verfahren ist die Bestimmung der Lage des Objektkoordinatensystems des auszumessenden metallurgischen Gefäßes relativ zu dem Gerätekoordinatensystem der für die Messung verwendeten Meßanordnung, damit die Meßanordnung und das Gefäß durch Koordinatentransformation in dasselbe Koordinatensystem gebracht werden können.

Um das bei einer Referenzmessung des Gefäßes vor der

Reise zugrundeliegende Objektkoordinatensystem bei einer anschließenden Verschleißmessung rekonstruieren zu können, ist ein Verfahren bekannt, bei dem in der Nähe des Mundlochs des Gefäßes mindestens drei Bezugspunkte angeordnet sind, auf die nacheinander manuell der Laserstrahl des Meßgerätes gerichtet wird und somit das Gerätekoordinatensystem der Meßanordnung festgelegt wird. Der Laserstrahl des Meßgerätes wird mit Hilfe eines Zielfernrohrs manuell auf die Bezugspunkte ausgerichtet.

Zwar hat sich gezeigt, daß mit diesem Verfahren das Gerätekoordinatensystem bei einer Referenzmessung zuverlässig bestimmt und vor einer anschließenden Verschleißmessung auch rekonstruiert werden kann, nachteilig ist jedoch, daß wegen der manuellen Durchführung, insbesondere der Anpeilung der Bezugspunkte mittels eines Zielfernrohrs, eine erhebliche Fehlerwahrscheinlichkeit besteht.

Aus diesem Grunde und da die Automatisierung dieses Verfahrens besonders schwierig erschien, wurde ein in der DE 196 14 564 A1 beschriebenes Verfahren entwickelt, bei dem ein auf der Mantelfläche des Gefäßes vorgesehenes Richtzeichensystem von einem Kameragerät während der Referenzmessung und der sich anschließenden Verschleißmessung aufgenommen wird. Aus dem Unterschied in der Position sowie der geometrischen Form des Richtzeichensystems wird auf die Unterschiede in der Position des Gefäßes zwischen der Referenz- und der Meßsituation geschlossen und dadurch die eigentliche Verschleißmessung der Auskleidung in dasselbe Objektkoordinatensystem gebracht, in dem auch die Referenzmessung durchgeführt wurde.

Zwar ist mit diesem Verfahren prinzipiell eine Automatisierung gegeben, nachteilig ist jedoch, daß die erreichbare Meßgenauigkeit einerseits wegen der zwangsläufig geringen Größe des Richtzeichensystems und der hierdurch bedingten geringen Verlagerung einzelner Punkte des Richtzeichensystems bei Lageänderungen des Gefäßes andererseits aufgrund der lediglich zweidimensionalen Lagebestimmung der Bezugspunkte beschränkt ist. Auch kann eine Dejustierung des den Laser aussendenden Meßkopfes in Bezug zum Kameragerät mit diesem Verfahren während der Positionsbestimmung des Gefäßes nicht festgestellt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein automatisches Verfahren zur Bestimmung der Lage eines Objektkoordinatensystems eines metallurgischen Gefäßes bei der Verschleißmessung einer Auskleidung des Gefäßes relativ zu einem Gerätekoordinatensystem einer Meßanordnung zu schaffen, mit welchem eine genauere Bestimmung der Lage des Objektkoordinatensystems eines metallurgischen Gefäßes möglich ist.

Diese Aufgabe wird durch das in Anspruch 1 wiedergegebene Verfahren gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren beruht auf der Erkenntnis, daß die Lage des Objektkoordinatensystems eines metallurgischen Gefäßes relativ zu einem Gerätekoordinatensystem einer Meßanordnung besonders zuverlässig und automatisch ohne großen technischen Aufwand bestimmt werden kann, wenn mindestens drei an dem Gefäß vorgesehene Bezugspunkte zunächst durch eine optische Erkennungseinrichtung erfaßt, die genaue Position der Bezugspunkte im Raum jedoch anschließend nach automatischer Ausrichtung der Meßanordnung nacheinander auf die Bezugspunkte mittels der Meßanordnung ermittelt wird. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren dient also die optische Erkennungseinrichtung, die vorzugsweise eine CCD-Kamera umfaßt, lediglich dem Auffinden der mindestens drei, vorzugsweise vier Bezugspunkten, hingegen erfolgt die Positionsbestimmung der Bezugspunkte im Raum anschließend nach entsprechender Ausrichtung durch Winkel- und Laufzeitmessungen der elektromagnetischen Meßstrahlung. Wie bei den

bekannten Verfahren wird auch bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zunächst eine Referenzmessung an dem Gefäß durchgeführt, bevor es auf die Reise geht.

Bei der Referenzmessung wird somit die Lage der Bezugspunkte in drei verschiedenen Koordinatensystemen, nämlich im Objekt-, im Kamera- und im Gerätekoordinatensystem, sowie die Lage dieser Koordinatensysteme zueinander bestimmt.

Zur Bestimmung der Lage des Objektkoordinatensystems bei Verschleißmessungen während der Reise des Gefäßes erfolgt die Bestimmung der Positionen der Bezugspunkte ebenfalls in der oben beschriebenen Weise, wobei zunächst die Lage der Bezugspunkte von der optischen Erkennungseinrichtung in deren Kamerakoordinatensystem erfaßt wird. Nach der im Rahmen der Referenzmessung ermittelten Beziehung zwischen dem (kartesischen) Kamerakoordinatensystem und dem Winkelkoordinatensystem des Meßgerätes kann der Laser durch entsprechende Verschwenkung des Meßgerätes auf den jeweiligen Bezugspunkt ausgerichtet werden.

Eine erhebliche Erhöhung der Meßgenauigkeit bei dem erfindungsgemäßen Verfahren gegenüber demjenigen aus der DE 196 14 564 A1 bekannten ergibt sich bereits daraus, daß durch die Benutzung der eigentlichen Meßanordnung auch zur Bestimmung der Lage der Referenzpunkte dreidimensionale Informationen erhalten werden, wogegen bei der Verwendung lediglich einer Kamera von lediglich zweidimensionalen Informationen auf die tatsächliche Position geschlossen werden muß. Lediglich der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, daß bei einer nur zweidimensionalen Erfassung der Bezugspunkte zusätzlich das Problem bestehen kann, daß die Position des Gefäßes prinzipiell nicht eindeutig bestimmbar ist, da beispielsweise Verschwenkungen und Verschiebungen in unterschiedliche Richtungen zu der gleichen zweidimensionalen Abbildung der Bezugspunkte führen können.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die mit ihm verbundene Selbstkalibrierbarkeit der zur Anwendung des Verfahrens verwendeten Vorrichtung, die daraus resultiert, daß im Kamerabild nicht nur die Lage der Bezugspunkte, sondern auch der jeweilige Meßfleck des automatisch auf den jeweiligen Bezugspunkt ausgerichteten Lasers erfaßt wird. Denn eine Dejustierung der Kamera relativ zum Meßgerät wird durch einen Versatz der Meßflecke des Lasers zu den Bezugspunkten sichtbar und kann wiederum von der optischen Erkennungseinrichtung erfaßt und bei der Auswertung bzw. der Ausrichtung des Meßgerätes berücksichtigt werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens umfaßt die elektromagnetische Strahlung eine Impulskomponente, welche der Entfernungsbestimmung eines Objektpunktes – und damit auch eines Bezugspunktes – durch Laufzeitmessung dient. Ferner umfaßt die elektromagnetische Strahlung eine ungepulste Richtkomponente, mit deren Hilfe die Ausrichtung der elektromagnetischen Strahlung auf den jeweils gewünschten Objektpunkt erfolgt. Die gepulste Komponente ist in der Regel hierfür weniger gut geeignet, da aufgrund eines relativ flachen Intensitätsverlaufes quer zum Strahl die erzielbare Ortsauflösung und damit die Sichtbarkeit begrenzt ist.

Die an dem Gefäß vorgesehenen Bezugspunkte können besonders zuverlässig und auf einfache Weise aufgefunden werden, wenn jedem Bezugspunkt eine separate CCD-Kamera zugeordnet ist. Es ist dann von Vorteil, wenn die Kameras etwa in einer Ebene, beispielsweise in den Ecken eines Meßfensters einer Meßkammer angeordnet sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren sowie die hierfür benötigten Komponenten werden im folgenden unter Bezug-

nahme auf die beigelegten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** – schematisch – einen Meßaufbau (auf die Darstellung sekundärer Komponenten wie Halterungen und Justiereinrichtungen für das metallurgische Gefäß sowie elektronischer Komponenten zur Steuerung und/oder Auswertung wurde zugunsten der Übersicht verzichtet)

**Fig. 2** ein zur Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignetes metallurgisches Gefäß in einer Seitenansicht;

**Fig. 3** – schematisch – dasselbe metallurgische Gefäß wie in **Fig. 2** in einer öffnungsseitigen Ansicht (Ansicht A in **Fig. 2**);

**Fig. 4** – ausschnittsweise – eine Meßanordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer Ansicht von Seiten des auszumessenden metallurgischen Gefäßes;

**Fig. 5** das Geräte- und das Objektkoordinatensystem am Beispiel einer Pfanne;

**Fig. 6** Geräte-, Ort- und Objektkoordinatensysteme am Beispiel eines Konverters sowie

**Fig. 7** bevorzugte Positionen der Bezugspunkte bei Konvertermessungen.

Eine Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wie sie beispielhaft in **Fig. 1** dargestellt ist, umfaßt eine als Ganzes mit **10** bezeichnete Meßeinrichtung, welche eine um eine horizontale Achse S1 schwenkbar an einem gabelförmigen Träger **2** angeordnete Sende/Empfangeinheit **1** umfaßt. Sie umfaßt Halbleiterdioden und optische Linsensysteme zur Erzeugung eines aus einer gepulsten und einer coaxial zu dieser verlaufenden permanenten Komponente bestehenden Laserstrahls L, der in **Fig. 1** gerade auf einen noch näher zu erklärenden Bezugspunkt P1 an einem metallurgischen Gefäß **20** – in **Fig. 1, 2, 3** und **5** eine Pfanne **22**, in **Fig. 6** und **7** ein Konverter **23** – ausgerichtet ist. Ferner umfaßt die Sende/Empfangeinheit **1** elektronische und/oder optische Komponenten zur Detektierung von zur Sende/Empfangeinheit **1** zurückreflektierten Laserpulsen.

Der Träger **2** ist um eine zur Achse S1 senkrecht verlaufenden Achse S2 schwenkbar an einem Stativ **3** befestigt.

An der Meßeinrichtung **10** ist eine vielpolige Buchse **4** zum Anschluß elektrischer Verbindungsleitungen vorgesehen, welche dem Anschluß von Steuer-, Regelungs-, Auswerte-, und sonstiger Elektronik dient, welche in der Zeichnung nicht dargestellt ist. Die Meßeinrichtung **10** enthält ferner in der Zeichnung nicht dargestellte elektrische Antriebe, mit welchen der Träger **2** bzw. die Sende/Empfangeinheit **1** um die jeweiligen Achsen S2 bzw. S1 verschwenkt werden können.

Die gesamte Meßeinrichtung **10** befindet sich in einer Meßkammer **5**, von der lediglich ausschnittsweise die Begrenzung **6** zum metallurgischen Gefäß **20** dargestellt ist. Sie umfaßt ein für die elektromagnetischen Strahlungen der verwendeten Wellenlängen transparentes, rechteckiges Meßfenster **7**, in dessen Ecken jeweils eine als CCD-Kamera ausgeführte optische Erkennungseinrichtung **8** vorgesehen ist. Die Ansteuerung der CCD-Kameras erfolgt über einen in der Zeichnung nicht dargestellten Computer.

Wie in **Fig. 1** durch die gestrichelten Linien Z angedeutet, dienen die optischen Erkennungseinrichtungen **8** dem Auffinden der an der Pfanne **22** vorgesehenen Bezugspunkte P1 bis P4.

Wie insbesondere aus **Fig. 3** ersichtlich ist, umfaßt die Pfanne **22** vier Bezugspunkte P1, P2, P3, P4, welche auf seiten der Öffnung **21** in einem Winkelabstand von etwa 90° und in gleicher Entfernung zur Mittellängsachse N des Gefäßes angeordnet sind.

Das mittels der dargestellten Meßeinrichtung zur Verschleißmessung der feuertesten Auskleidung des metallurgischen Gefäßes durchführbare Meßverfahren beruht auf der Anwendung eines bekannten Meßkonzeptes, bei dem ausgehend von den Meßgerätekoordinaten  $X_1, Y_1, Z_1$  durch Approximation der Geometrie des Meßobjekts – hier des metallurgischen Gefäßes **20** – ein angepaßtes Objektkoordinatensystem  $X_2, Y_2, Z_2$  gebildet wird.

Wie aus Fig. 5 ersichtlich ist, wird das Gerätekoordinatensystem durch die Einstellung und den Standort der Meßeinrichtung **10** bestimmt. Der Ursprung dieses Koordinatensystems liegt in der Sende/Empfangeinheit **1**, die  $Z_1$ -Achse wird durch die etwa lotrechte Ausrichtung der Meßeinrichtung **10** festgelegt, wogegen die  $X_1$ - und  $Y_1$ -Richtungen keine definierte Lage aufweisen.

Das Objektkoordinatensystem umfaßt eine  $Z_2$ -Achse, welche parallel zur Zentralachse N der Pfanne **22** verläuft, wogegen die  $X_2$ - und  $Y_2$ -Richtungen keine definierte Lage aufweisen.

Handelt es sich bei dem metallurgischen Gefäß um einen Konverter **23**, so ist aufgrund des durch dessen Verkipparbeit zusätzlich vorhandenen Freiheitsgrad die Bestimmung der Lage eines weiteren Koordinatensystems, dem sogenannten Ortskoordinatensystem O, notwendig. Die  $X_3$ -Achse des Ortskoordinatensystems verläuft dann – wie aus Fig. 6 ersichtlich – parallel zur  $Z_2$ -Achse des Objektkoordinatensystems. Die  $Y_2$ -Achse des Objektkoordinatensystems ergibt sich als senkrechte zur Zentralachse N und zur mit der Achse  $X_3$  zusammenfallenden Kippachse des Gefäßes. Die  $X_2$ -Richtung wird entsprechend durch die Senkrechte zur  $Y_2$ - und  $Z_2$ -Achse definiert.

Zur Bestimmung der Lagen der obengenannten Koordinatensysteme dient das erfindungsgemäße Verfahren.

Im Falle einer Pfanne werden bei einer Referenzbestimmung vor der Benutzung des Gefäßes mittels der CCD-Kameras **8** die Referenzpunkte P1 bis P4 erfaßt. Nun wird die Sende/Empfangeinheit **1** der Meßeinrichtung **10** so verschwenkt, daß der Meßstrahl L nacheinander die Bezugspunkte P1 bis P4 erreicht. Die Position des Laserstrahls wird nun anhand des Kamerabildes vermessen und gegebenenfalls nachkorrigiert. Hierdurch kann eine eventuell auftretende Dejustierung zwischen Kamera und Meßgerät korrigiert werden (Selbstkalibrierung). Danach werden über Winkel- und Laufzeitmessungen des ausgesandten bzw. an den Bezugspunkten reflektierten Laserstrahls die Koordinaten eines jeden Bezugspunktes im Raum ermittelt.

Anschließend wird eine Referenzmessung der Auskleidung mittels der Meßeinrichtung **10** in an sich bekannter Weise bei einer unveränderten Lage des Gefäßes **20** durchgeführt. Aus den Messungen wird die Lage des Objektkoordinatensystems ( $X_2, Y_2, Z_2$ ) relativ zum Gerätekoordinatensystem ( $X_1, Y_1, Z_1$ ) bestimmt.

Während der Reise des metallurgischen Gefäßes **20** werden vor einer Verschleißmessung etwa an der Meßstelle der Referenzmessung mit Hilfe der CCD-Kameras **8** die vier Bezugspunkte P1 bis P4 erneut erfaßt und deren Positionen im Raum mit Hilfe des Meßstrahles in der oben angegebenen Weise bestimmt.

Da – wie weiter oben bereits erläutert – bei der Vermessung eines Konverters **23** auch die Lage des Ortskoordinatensystems O bekannt sein muß, ist eine Vermessung der folgenden Bezugspunkte notwendig, wie in Fig. 7 veranschaulicht ist:

- mindestens drei primäre Bezugspunkte P5, P6, P7, die in der feststehenden, den Konverter **21** umgebenden Stahlwerkskonstruktion K angeordnet sind. Diese Bezugspunkte charakterisieren die Lage des Ortskoor-

dinatensystems

- mindestens einen sekundären, an dem Konverter **23** angeordneten Bezugspunkt P8, der den Kippwinkel des Konverters **23** charakterisiert.

Eine Vermessung der Auskleidung der metallurgischen Gefäße erfolgt in der bekannten Weise. Durch Vergleich mit der Referenzmessung wird die Reststeinstärke bestimmt.

#### Bezugszeichenliste

- 1** Sende/Empfangeinheit
- 2** Träger
- 3** Stativ
- 4** Buchse
- 5** Meßkammer
- 6** Begrenzung
- 7** Meßfenster
- 8** CCD-Kamera
- 10** Meßeinrichtung
- 20** Metallurgisches Gefäß
- 21** Öffnung
- 22** Pfanne
- 23** Konverter
- P1 ... P8 Bezugspunkte
- O Ortskoordinatensystem
- L Laser
- Z Linien
- S1, S2 Achsen
- N Achse
- K Stahlwerkskonstruktion

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Lage eines Objektkoordinatensystems ( $X_2, Y_2, Z_2$ ) eines metallurgischen Gefäßes (**20**) bei der Verschleißmessung einer Auskleidung des Gefäßes (**20**) relativ zu einem Gerätekoordinatensystem ( $X_1, Y_1, Z_1$ ) einer Meßanordnung (**10**), mit der mittels elektromagnetischer Strahlung Abstands- und Winkelmessungen verschiedener Meßpunkte an den Gefäßinnenwänden durchgeführt werden, wobei zur Ermittlung des Objektkoordinatensystems vor der Benutzung des Gefäßes mittels der Meßanordnung eine Referenzbestimmung der Positionen von mindestens drei Bezugspunkten (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8) und eine Referenzmessung der Auskleidung des Gefäßes (**20**) durchgeführt werden und nach der Benutzung des Gefäßes (**20**) die Positionen der Bezugspunkte (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8) bestimmt werden und durch Vergleich mit der Referenzbestimmung die Lage des Objektkoordinatensystems ( $X_2, Y_2, Z_2$ ) ermittelt wird, wobei zur Bestimmung der Positionen der Bezugspunkte (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8) deren Projektion auf die Ebene einer optischen Erkennungseinrichtung (**8**) erfaßt und anschließend mittels der Meßanordnung (**10**) selbsttätig die Koordinaten der Bezugspunkte ermittelt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Positionen der Bezugspunkte (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8) mittels mindestens einer CCD-Kamera erfaßt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Positionen von vier Bezugspunkten (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8) ermittelt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die elektromagnetische Strahlung eine gepulste Komponente, mit der die Ent-

fernung eines Objektpunktes durch Laufzeitmessung bestimmt wird, und eine zu der gepulsten Komponente koaxial verlaufende, ungepulste Richtkomponente umfaßt, die der Ausrichtung der elektromagnetischen Strahlung auf den Objektpunkt dient.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Bezugspunkt (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8) eine CCD-Kamera zugeordnet ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kameras etwa in einer Ebene angeordnet sind.

7. Vorrichtung zur Anwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit einer Meßanordnung (10), die eine um zwei zueinander senkrechte Achsen (S1, S2) verschwenkbar angeordnete Sende/Empfangseinheit (1) umfaßt, die mit Mitteln zum Aussenden und zur Detektierung eines koaxial verlaufende gepulste und permanente Komponenten aufweisenden Laserstrahls versehen ist, und mit Mitteln zur Registrierung der Winkellage des Laserstrahls und der Laufzeit eines Pulses zwischen dessen Aussendung und Empfang nach Reflexion an einem Objekt, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung mindestens eine optische Erkennungseinrichtung (8) umfaßt, mit der die Lage von an einem zu vermessenden metallurgischen Gefäß vorgesehener Bezugspunkte (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8) erfaßbar ist und daß Mittel vorgesehen sind, mit denen der von der Sende/Empfangseinheit (1) nacheinander selbsttätig auf die Bezugspunkte (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8) ausgerichtet wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Erkennungseinrichtung (8) mindestens eine CCD-Kamera umfaßt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Erkennungseinrichtung (8) vier CCD-Kameras umfaßt, die etwa in einer Ebene angeordnet sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die CCD-Kameras in den Ecken eines rechteckigen Meßfensters (7) einer die Sende/Empfangseinheit (1) umgebenden Meßkammer (5) angeordnet sind.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

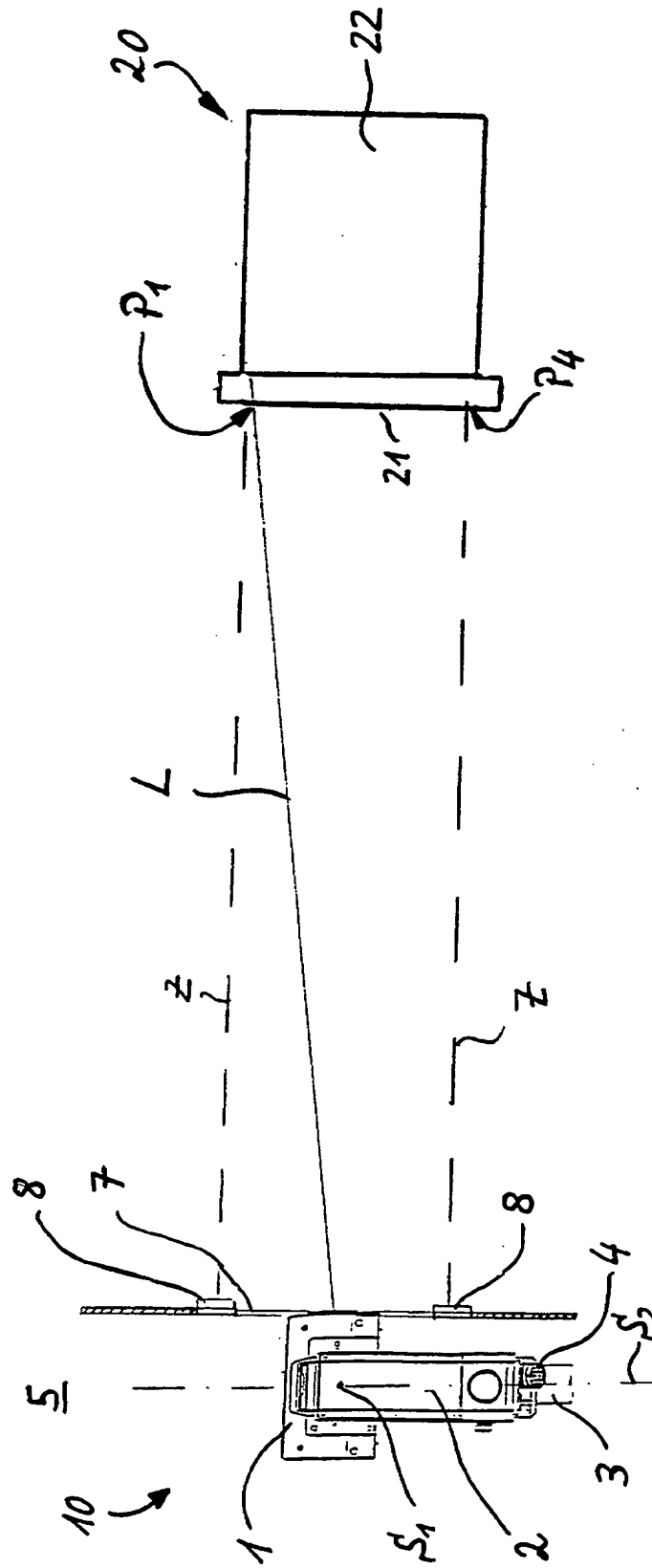




Fig. 2

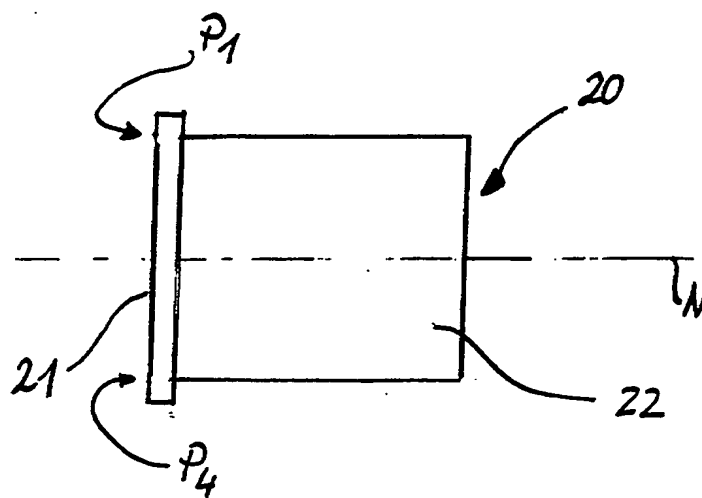
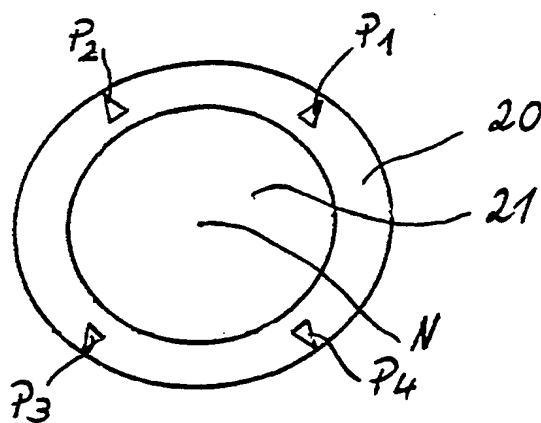


Fig. 3



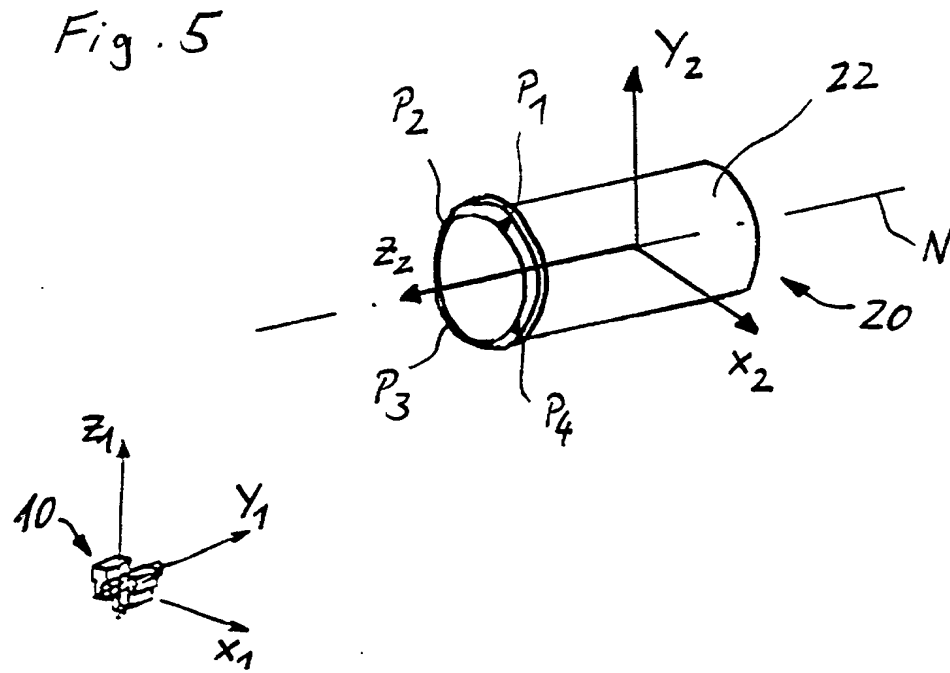
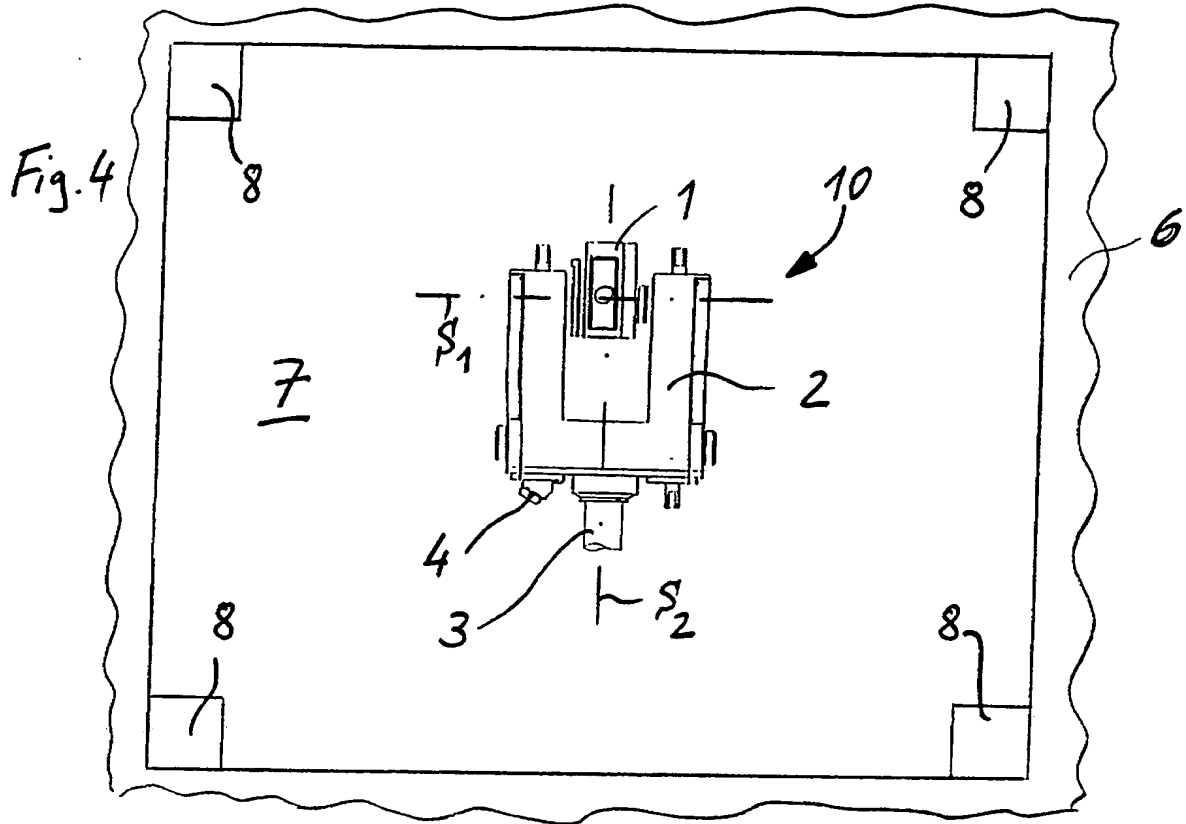


Fig. 6

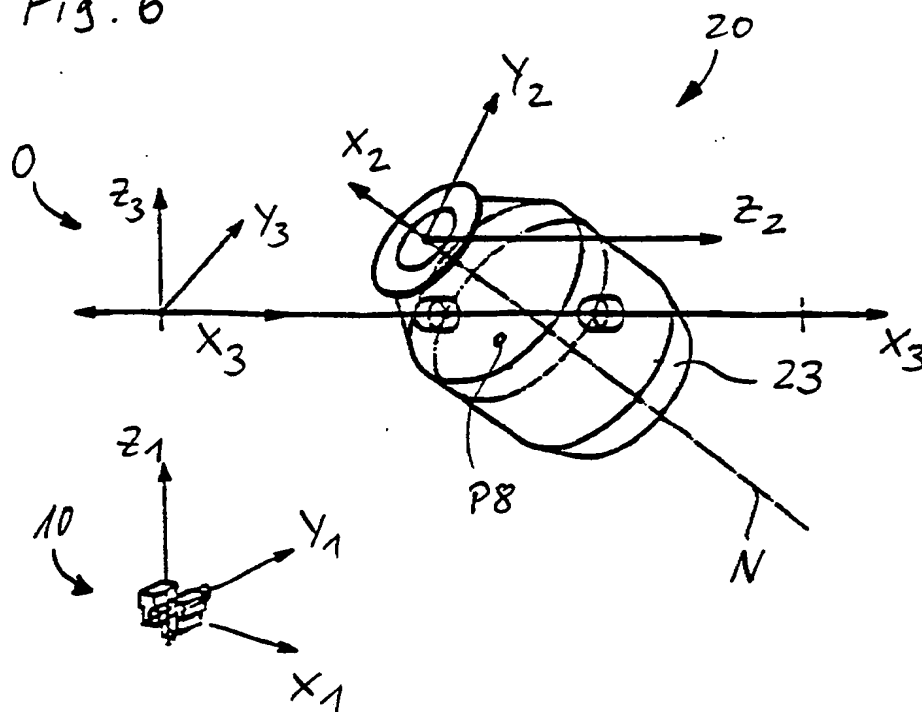


Fig. 7

